

2014

Preferencia bovina de especies arbustivas forrajeras en el piedemonte llanero

Liesly Adriana Borrero Ortiz
Universidad de La Salle, Bogotá

Lizeth Cristina Collazos Quina
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia>



Part of the [Beef Science Commons](#)

Citación recomendada

Borrero Ortiz, L. A., & Collazos Quina, L. C. (2014). Preferencia bovina de especies arbustivas forrajeras en el piedemonte llanero. Retrieved from <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/227>

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Agropecuarias at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Zootecnia by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**PREFERENCIA BOVINA DE ESPECIES ARBUSTIVAS FORRAJERAS EN EL
PIEDEMONTES LLANERO.**

**LIESLY ADRIANA BORRERO ORTIZ
LIZETH CRISTINA COLLAZOS QUINA**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTÁ
2014**

**PREFERENCIA BOVINA DE ESPECIES ARBUSTIVAS FORRAJERAS EN EL
PIEDEMONTES LLANERO.**

**LIESLY ADRIANA BORRERO ORTIZ
LIZETH CRISTINA COLLAZOS QUINA**

**Trabajo presentado para optar por el título de
ZOOTECNISTA**

**Director:
ALEXANDER NAVAS PANADERO
Médico Veterinario Zootecnista
MSc. Agroforestería tropical**

**UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
BOGOTÁ
2014**

DIRECTIVAS

HERMANO CARLOS GABRIEL GÓMEZ RESTREPO F.S.C
RECTOR

HERMANO CARLOS ENRIQUE CARVAJAL COSTA.
VICERRECTOR ACADEMICO

HERMANO FRANK LEONARDO RAMOS BAQUERO F.S.C.
VICERRECTOR DE PROMOCION Y DESARROLLO HUMANO

DOCTOR LUIS FERNANDO RAMIREZ HERNANDEZ.
VICERRECTOR DE INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA

DOCTOR EDUARDO ANGEL REYES
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

DOCTORA PATRICIA INES ORTIZ VALENCIA
SECRETARIA GENERAL

DOCTORA CLAUDIA AIXA MUTIS BARRETO
DECANO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DOCTOR ALEJANDRO TOBON
SECRETARIO ACADEMICO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

DOCTOR ABELARDO CONDE PULGARIN
DIRECTOR PROGRAMA DE ZOOTECNIA

DOCTOR CESAR AUGUSTO VASQUEZ SIERRA
ASISTENTE ACADEMICO

APROBACION

DOCTOR ABELARDO CONDE PULGARÍN
DIRECTOR PROGRAMA

DOCTOR CESAR AUGUSTO VASQUEZ SIERRA
ASISTENTE ACADEMICO

DOCTOR ALEXANDER NAVAS PANADERO
DIRECTOR TRABAJO DE GRADO

DOCTOR IVAN CALVACHE
JURADO

DOCTOR ALVARO SUAREZ
JURADO

DEDICATORIA

A Dios por estar siempre presente, por permitirme cada reto y cumplir mis sueños de la forma en que menos lo espere.

A mis padres Hernando y Betty quienes han entregado todo por ayudar a cumplir los sueños de sus hijos, por su empeño en mostrarnos lo maravilloso de la vida.

A mi hermano Mauricio por su incondicional apoyo, por brindarme su alegría y su perfecta compañía en todos los momentos de mi vida.

A quienes con su amor sincero han compartido mis alegrías.

Liesly Adriana Borrero Ortiz

A Dios, por ser mi eterno compañero y amigo. A su inmensa bondad debo todos mis triunfos.

A mis padres, Marlio y Nubia, por ser luz, por su amor y paciencia, por todos sus esfuerzos por hacer de mí una persona valiosa.

A mi hermano John, a quien amo inmensamente.

A las personas que han dibujado una huella imborrable en mi vida.

A aquel que como yo, sienta una verdadera pasión por lo que hace.

Lizeth Cristina Collazos Quina

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser nuestra guía y por sus ángeles en nuestro camino.

Al profesor Alexander Navas porque tal vez sin saberlo, ha sido también un gran maestro de la vida. Por la apropiada dirección de nuestro trabajo y por sus enseñanzas que acrecentaron nuestra formación profesional y personal.

Al hermano Ariosto por su disposición, apoyo y confianza para con nuestro trabajo.

Al profesor Iván Calvache por sus oportunos aportes e interés en el trabajo.

A Doña carolina, Javier, Toño, Merardo (Chicote) y Edwin, por su acogida y ayuda incondicional durante nuestra estadía en San Miguel. Por compartimos su valioso conocimiento y amistad.

“La Voluntad de Dios no te llevará donde la Gracia de Dios no te proteja”

Tabla de contenido

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
1. OBJETIVOS	15
1.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1 CONSUMO VOLUNTARIO	16
2.2 SELECTIVIDAD	17
2.3 PRUEBAS DE CAFETERÍA	18
2.4 SISTEMAS SILVOPASTORILES	18
2.5 BANCOS FORRAJEROS	19
2.6 CALIDAD NUTRICIONAL DE ALGUNAS ESPECIES ARBUSTIVAS CON POTENCIAL FORRAJERO	20
2.7 INFLUENCIA DE LA CALIDAD NUTRICIONAL SOBRE EL CONSUMO VOLUNTARIO	21
3. METODOLOGÍA	22
3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO	22
3.2 DEFINICIÓN DEL UNIVERSO Y MUESTRA	23
3.3 TRATAMIENTOS	24
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	25
3.5 VARIABLES	25
3.5.1 Consumo voluntario de forraje verde	25
3.5.2 Número visitas al comedero sin consumo	26
3.5.3 Número visitas al comedero a consumir	26
3.5.4 Tiempo de consumo por especie arbustiva.	26
3.5.5 Calidad nutricional	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27

4.1 CONSUMO VOLUNTARIO DE FORRAJE VERDE	27
4.2 NÚMERO DE VISITAS AL COMEDERO	29
4.3 TIEMPO DE CONSUMO POR ESPECIE ARBUSTIVA	30
4.4 CALIDAD NUTRICIONAL	32
5. CONCLUSIONES.....	37
6. RECOMENDACIONES	38
7. BIBLIOGRAFÍA.....	39

Lista de Tablas

Tabla 1. Calidad nutricional de especies arbóreas forrajeras a los 90 días de edad.....	10
Tabla 2. Concentración de metabolitos secundarios en algunas especies arbustivas forrajeras	11
Tabla 3. Especies arbustivas con potencial forrajero para los llanos orientales de Colombia	25
Tabla 4. Consumo voluntario de forraje verde de cuatro especies arbustivas con potencial forrajero	27
Tabla 5. Visitas a los comederos de cuatro especies arbustivas forrajeras	29
Tabla 6. Tiempo de consumo de cuatro especies arbustivas con potencial forrajero.....	30
Tabla 7. Consumo, tiempo de consumo y número de visitas de tres especies arbustivas con potencial forrajero.....	32
Tabla 8. Calidad nutricional de cuatro especies arbustivas forrajeras a los 150 días de edad.....	32

RESUMEN

Con el objetivo de conocer la preferencia de bovinos *Bos indicus* por cuatro especies arbustivas forrajeras (*Trichantera gigantea*, *Morus alba*, *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium*) en condiciones de trópico bajo colombiano, se efectuó una prueba de cafetería a través de mediciones del consumo de forraje, con un período de acostumbramiento de siete días y uno de evaluación de diez días. Se evaluó el comportamiento de aceptación y rechazo del alimento. A los forrajes se les determinó la composición química (MS, PC, FDN, FDA) y la digestibilidad *in vitro* (DIVMS). Por medio de un diseño experimental de cuadrado latino se determinó que las especies preferidas fueron: *G. sepium* (1282,04 g FV/a/d) y *M. alba* (1263g FV/a/d); *T. gigantea* fue medianamente consumida (987,46g FV/a/d) y *G. ulmifolia* fue prácticamente rechazada (92,g FV/a/d). No se observó una relación significativa entre el consumo y la composición química. Se concluye que las especies arbustivas forrajeras son en potencia una opción de suplementación en las dietas a base de gramíneas propias de la ganadería extensiva, además de tener una buena calidad nutricional, son aceptadas por el animal. Los ensayos de preferencia con animales son importantes para la selección de especies a establecer en arreglos silvopastoriles.

Palabras clave: Preferencia, bovinos, consumo voluntario, calidad nutricional.

ABSTRACT

The aim was know the preference of cattle *Bos indicus* for four forage shrub species (*Trichantera gigantea*, *Morus alba*, *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium*) under tropical conditions in Colombia. A cafeteria test was executed to evaluate consumption measurements forage, with a period of seven days seasoning and a period of evaluation of nine days. The acceptance and rejection behavior of food were evaluated. The chemical composition (DM, PC, FND, FAD) and in vitro digestibility (DIVDM) was determined to the forage. Using a Latin square experimental design was determined that the preferred species were *G. sepium* (1282,04 g FV/a/d) and *M. alba* (1263g FV/a/d). *T. gigantea* was consumed moredateley (987,46g FV/a/d) and *G. ulmifolia* was practically rejected (92 g FV/a/d). No significant relationship was observed between consumption and the chemical composition. It is concluded that forage shrub species are potentially an option supplementation in diets based ranching own grasses, besides having a good nutritional quality, are accepted by the animal. Preference tests with animals are important for the selection of species to establish in silvopastoral arrangements.

Key words: preference, cattle, voluntary intake, nutritional quality.

INTRODUCCIÓN

Los problemas generados por la ganadería extensiva tienen impactos preocupantes, pues contribuyen con la deforestación de los bosques, la erosión y la compactación de suelos frágiles (Rosales *et al*, 2001). Según la FAO (2008) del 20% de las pasturas establecidas en el mundo, 73% están situadas en zonas áridas y presentan algún nivel de degradación causada principalmente por el sobrepastoreo, lo que limita la producción de alimentos y la competitividad del sector pecuario.

FEDEGÁN (2006) reporta que de 38.3 millones de hectáreas que están actualmente destinadas a la ganadería, sólo 19.3 millones se encuentran adecuadamente asignadas, es decir el suelo de las 19 hectáreas restantes poseen vocación para otras actividades (forestales y agrícolas).

Rosales *et al* (2001) sostienen que la ganadería extensiva genera problemas como son la contaminación de aguas, cambios en la cobertura vegetal, la disminución de la biodiversidad y la emisión de gases nocivos para la atmósfera, que según Navas y Londoño (2010) agudizan los problemas de estacionalidad en la producción de forrajes (en épocas de sequía) y reducen la base forrajera, lo que incrementa los costos de alimentación y disminuye la eficiencia en la producción.

La reducción en la productividad del sistema pecuario también se debe a prácticas que no se adaptan a las condiciones del agroecosistema (monocultivos de gramíneas y erradicación del resto de especies vegetales) lo que evita potencializar los recursos forrajeros (leguminosas, árboles y arbustos) propios del sistema (Navas, 2010) o usar especies aceptadas por el animal.

Además de los efectos negativos que trae el uso de monocultivos de gramíneas en el trópico, se suma que estos forrajes son deficientes en su calidad nutricional ya que poseen baja digestibilidad y bajo contenido proteico (sólo es aprovechable el 50% de lo consumido) principalmente en trópico bajo (Carmona, 2007; Arreaza *et al*, 2002)

Es aquí donde nace la importancia del empleo de sistemas silvopastoriles en la producción ganadera, pues estos son usos de la tierra que reducen el impacto negativo de la estacionalidad de la producción de pastos y forrajes, al asociar uno o más componentes arbustivos y/o arbóreos dentro de una pastura de gramíneas, leguminosas y otras herbáceas (Espinell *et al*, 2004); Navas y Londoño (2010) mencionan efectos positivos sobre el suelo, la pastura, el animal, el ambiente y por tanto sobre la rentabilidad del sistema.

Las leguminosas herbáceas, arbóreas y arbustivas, son valiosas fuentes de energía, proteína y minerales, característica que hace de estas, una alternativa de suplementación, al balancear las deficiencias nutricionales de las dietas a base de gramíneas (Arreaza *et al*, 2002) que se caracterizan por su alto contenido de fibras y bajos niveles de proteína (Carmona, 2007).

La viabilidad del uso de determinadas especies forrajeras puede resultar efectiva al evaluar no solo su adaptación al agroecosistema y calidad nutricional, sino también la aceptabilidad que tengan por parte del animal (Pezo e Ibrahim, 1998; García *et al*, 2008), claramente, este es el primer paso para que un forraje sea aprovechado eficientemente.

Autores como Anwandter V. (2006), aseguran que efectivamente los herbívoros han desarrollado la capacidad de selección de sus alimentos, consumiendo partes específicas de las plantas o incluso, algunas especies.

El presente trabajo evaluó la aceptabilidad o preferencia que tienen un grupo de bovinos que pastorean en la clásica ganadería extensiva del trópico bajo colombiano, por cuatro especies arbustivas con potencial forrajero (*Trichantera gigantea*, *Morus alba*, *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia Sepium*).

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Evaluar la preferencia de cuatro especies arbustivas con potencial forrajero por bovinos en condiciones de piedemonte llanero.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar el consumo de especies arbustivas forrajeras (*Trichantera gigantea*, *Morus alba*, *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium*) por bovinos en el municipio de Paratebueno.
- Evaluar la calidad nutricional de *Trichantera gigantea*, *Morus alba*, *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium* en bancos forrajeros.
- Evaluar el comportamiento de los animales frente al suministro de forraje (número de veces acceso al comedero y tiempo de consumo) de cuatro especies arbustivas con potencial forrajero en el municipio de Paratebueno, Cundinamarca.

2. MARCO TEÓRICO

Los sistemas ganaderos tienen como función “producir alimento de alto valor nutricional (proteína animal) a bajo costo” (Navas y Londoño, 2010). Estos sistemas emplean como base alimenticia forrajes y residuos de cosechas, con el fin de alcanzar el máximo potencial de producción al incrementar la eficiencia de la función ruminal y el consumo voluntario (Araujo O, 2005).

2.1 Consumo voluntario

Para Mejía (2002), el consumo voluntario es la cantidad de materia seca que el animal ingiere cuando se le ofrece alimento en exceso, este consumo se ve afectado por factores tanto físicos como fisiológicos del animal, del forraje o la dieta y factores medioambientales.

Dentro de los factores asociados al animal, se encuentran la raza y el trabajo. El primero afecta las necesidades de nutrientes debido a la variación de tamaño, velocidad de crecimiento, tasa metabólica y nivel de producción entre genotipos (Araujo, 2005); mientras que el segundo es directamente proporcional al consumo, pues el animal busca mantener un balance energético positivo (Mora, 2007).

Los requerimientos nutricionales también pueden variar según la etapa fisiológica en la que se encuentre un animal, tal como sucede durante la gestación y la lactancia, donde el crecimiento del feto y la producción de leche provocan un aumento del apetito (Araujo, 2005; ICCA, 1987).

Hormonas como la insulina, las leptinas, los esteroides y la colecistokinina son responsables de los reflejos de saciedad y hambre. Elevadas cantidades de

insulina aumentan el consumo (Engelhardt y Breves, 2005), mientras que concentraciones de algunas hormonas en la sangre generan señales de saciedad, reduciendo la ingesta voluntaria; tal es el caso de las leptinas (Pabón y Ossa, 2005), los esteroides, las catecolaminas, los glucocorticoides, la hormona de crecimiento y la colecistokinina (Pabón y Ossa, 2005; Araujo, 2005).

El consumo voluntario, también se puede ver afectado por la temperatura y la humedad, pues este se reduce (Araujo, 2005) o se suspende totalmente (Mora, 2007), cuando existen temperaturas mayores al rango de termoneutralidad, que según Navas y Londoño (2010) se encuentra entre 10 y 27° para animales de la raza Bos Indicus. Igualmente, al aumentar la humedad, se reducirá el consumo por exceso de temperatura corporal (Araujo, 2005).

Pabón y Ossa, (2005) señalan que la tasa de consumo de animales en pastoreo está influenciada por el tiempo de consumo (T), el número de bocados por unidad de tiempo (R) y por el promedio del tamaño de cada bocado (S) de modo que: $I = T \times R \times S$. Estos autores señalan que los rumiantes no son capaces de consumir más de 12 horas por día, por lo que es importante proporcionar un tamaño de bocado ideal para maximizar la capacidad de consumo.

2.2 Selectividad

Con el tiempo los herbívoros han desarrollado la capacidad de selección de sus alimentos consumiendo partes específicas de las plantas o solo algunas especies. La selectividad se ve afectada por los requerimientos alimenticios del animal, la anatomía de su boca, factores ambientales y las características del forraje (Anwandter, 2006; Pinto *et al*, 2003); estas son, su calidad nutricional y palatabilidad, que según Anwandter (2006) se define como lo agradable al gusto o los factores inherentes a la planta que causan una respuesta selectiva por

parte de los animales. Al respecto, se conoce que los fenoles, los alcaloides, los taninos y los compuestos aromáticos alteran la palatabilidad (Pinto 2003).

Pinto *et al*, 2009 asegura que el sentido del olfato y del gusto del animal permiten a los herbívoros detectar otro tipo de elementos tóxicos en el alimento, incluso antes de consumirlo prefiriendo así una especie a otra. Métodos como las pruebas de cafetería permiten correlacionar la selectividad de los animales y la palatabilidad de las plantas.

2.3 Pruebas de cafetería

Pinto *et al* (2009) definen las pruebas de cafetería como el método de evaluación por el cual se determina la palatabilidad o preferencia de un alimento (como forrajes) por parte de un animal. Para ello, se ofrecen simultáneamente diferentes especies en un determinado periodo de tiempo, generando competencia entre ellas y haciendo de este un método eficiente para evaluar la palatabilidad.

Livaitis (2000) citado por Pearl (2000), afirma que las pruebas de cafetería han sido útiles para relacionar los componentes de la dieta ofrecida y su aceptabilidad por parte del animal.

2.4 Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles reincorporan plantas arbóreas y arbustivas en áreas de pastoreo, permiten aumentar la oferta de forraje durante periodos secos, mejoran la calidad de la dieta a lo largo del año (Uribe, 1996), y reducen los impactos ambientales negativos de la ganadería extensiva como son: erosión,

compactación del suelo, contaminación del agua, pérdida de hábitats y reducción de la biodiversidad (Espinel *et al*, 2004).

Estos sistemas tienen efectos importantes en la diversidad biológica, la fertilidad del suelo (ciclaje de nutrientes y la fijación de nitrógeno por algunas especies), la conservación del agua (Navas, 2010), la reducción de la evaporación, contribuyen a la diversificación de la producción (Espinel *et al*, 2004) y el mejoramiento de la productividad de las praderas y los animales al crear microambientes en las áreas de pastoreo (Uribe, 1996).

Espinel *et al*, (2004) clasifican los sistemas silvopastoriles en: Sistemas con manejo de la sucesión vegetal, pastoreo en franjas, árboles dispersos en potreros, pastoreo de animales en plantaciones forestales, pasturas en callejones de árboles o arbustos, sistema intensivo con alta densidad arbórea y arbustiva para ramoneo, cercas vivas, cortinas o barreras vivas rompevientos, sistemas de corte y acarreo ó bancos forrajeros puros o en policultivos de varios estratos.

2.5 Bancos forrajeros

Los bancos forrajeros son establecidos con el fin de producir fitomasa de alta calidad a partir de leñosas perennes o forrajeras herbáceas sembradas a altas densidades en monocultivos o cultivos mixtos. Este tipo de sistema silvopastoril se considera “proteico si el follaje de la especie sembrada contiene más del 15% de PC o energético - proteico cuando los niveles de estos dos nutrientes son altos” (Pezo e Ibrahim, 1998).

Para el establecimiento de bancos forrajeros se deben seleccionar estratégicamente las especies arbustivas, buscando que estas sean resistentes

a defoliaciones continuas, tengan una alta tasa de rebrote, presenten una alta proporción de hojas, una calidad nutritiva aceptable, una buena palatabilidad para el ganado y la ausencia de metabolitos secundarios como taninos ó alcaloides (Pezo e Ibrahim, 1998).

2.6 Calidad nutricional de algunas especies arbustivas con potencial forrajero

La calidad nutricional de una especie arbustiva se ve afectada por las características del suelo (composición y propiedades fisicoquímicas), diferencias genéticas entre especies (Tabla 1), el clima (temperatura, agua y heladas) y el manejo. Este último incluye el estado de madurez (a mayor edad menor digestibilidad de MS y PC), asociaciones con otras especies (leguminosas) y la fertilización del suelo; por ejemplo, la aplicación de nitrógeno aumenta el rendimiento de la MS, PC y agua en el forraje (Ibrahim, 2010)

Tabla 1. Calidad nutricional de especies arbóreas forrajeras a los 90 días de edad.

Especie	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	DIVMS (%)
<i>Gliricidia sepium</i>	19,45 ¹	42,4 ¹	27,98 ¹	60 ²
<i>Guazuma ulmifolia</i>	18,22 ¹	38,9 ¹	31,52 ¹	50 ²
<i>Morus alba</i>	21,14 ¹	37,71 ¹	27,45 ¹	71 ²
<i>Trichantera gigantea</i>	17,43 ¹	40,82 ¹	31,71 ¹	51,7 ²

Fuente: ¹Garcia *et al.*, (2008b); ²Villanueva *et al.*, (2008).

2.7 Influencia de la calidad nutricional sobre el consumo voluntario

Es importante evaluar la calidad nutricional (Uribe, 1996), la palatabilidad y la ausencia de metabolitos secundarios en una especie con potencial forrajero, ya que esto puede afectar el consumo por parte del animal (Pezo e Ibrahim, 1998; García *et al*, 2008).

García *et al* (2008), realizaron pruebas de cafetería en bovinos para correlacionar la palatabilidad de doce especies forrajeras con el consumo de follaje. Entre ellas que se encontraban *M. alba*, *G. ulmifolia* y *G. sepium*, que fueron consumidas así respectivamente: 293.37g MS, 292.48g MS y 108.05g MS. En esta prueba no se observó ninguna relación significativa entre el consumo y la composición química (incluyendo metabolitos secundarios) y la degradabilidad ruminal.

Los metabolitos secundarios presentes en arbustos forrajeros, pueden afectar el consumo por parte de los animales. García *et al* (2008) señalan que los fenoles totales, taninos condensados y esteroides totales encontrados en las especies *M. alba*, *G. ulmifolia* y *G. sepium* (Tabla 2), solo afectarían negativamente el consumo si se encontraran en concentraciones más altas.

Tabla 2. Concentración de metabolitos secundarios en algunas especies arbustivas forrajeras.

Especie arbustiva	Fenoles totales (%)	Taninos condensados (%)	Esteroides totales (%)
<i>Morus alba</i>	2,21	nd*	1,2
<i>Guacima ulmifolia</i>	1,73	0,1	0,6
<i>Gliricidia sepium</i>	2,01	0,45	0,32

Fuente: Adaptado de García *et al* (2008) y García *et al* (2008b). *nd: no determinado.

García *et al* (2008b) aseguran que la calidad nutricional de las especies arbustivas forrajeras *M. alba*, *G. ulmifolia* y *G. sepium* y *T. gigantea* no se relaciona con el consumo voluntario. También afirman que en estas especies los taninos condensados se encuentran en concentraciones beneficiosas para el animal (tabla 3) al proporcionar nitrógeno en la parte baja del tracto gastrointestinal, coincidiendo con el trabajo de García *et al* (2008).

Pinto *et al* (2003) tampoco encontraron una relación significativa entre el consumo y la calidad nutricional de las plantas, analizaron cuatro especies entre ellas *G. ulmifolia* y *G. sepium* que fueron consumidas así respectivamente: 0.086 kg MS y 0,058 kg MS.

Mejía y Vargas (1993) evaluaron la preferencia por bovinos de *G. sepium* y *T. gigantea*, cuyos consumos fueron 1,84 y 0,73 kg de MS/100Kg peso vivo respectivamente.

García *et al* (2008a) comprobaron que los caprinos son más selectivos por plantas con mayor FDN (como *M. alba*) y fenoles totales que los ovinos y bovinos, cuyo consumo no se afecta por calidades nutricionales.

3. METODOLOGÍA

3.1 Ubicación del proyecto

El proyecto se desarrolló en la finca "San Miguel" ubicada en el municipio de Paratebueno, Cundinamarca (04°32.828' N y 073°05.577' O). La finca se encuentra a una altitud de 321 msnm, presenta una precipitación promedio anual de 3900 mm con un patrón conformado por una época lluviosa (abril a

noviembre) y una seca (diciembre a marzo), la temperatura media anual es de 27° C y la humedad relativa de 75%.

3.2 Definición del universo y muestra

Para efectos de evaluar la preferencia bovina de cuatro especies arbustivas con potencial forrajero, se utilizó un banco proteico con dos años de establecido; este banco estaba ubicado en la misma finca, se sembró a una densidad de 10.000 árboles por hectárea y se encontraba distribuido en parcelas individuales por especie arbustiva de 10m x 10m.

Se utilizó el forraje verde de arbustos de las parcelas de *T. gigantea*, *M. alba*, *G. ulmifolia* y *G. sepium*, con 150 días de rebrote. Este alimento fue cortado y picado diariamente de 6:00 a 8:00 am con el fin de evitar la deshidratación progresiva de la planta. Las plantas fueron cortadas en bisel para procurar un mejor rebrote (FEDEGAN, 2009) y picadas con un diámetro de 1cm, empleando una picapasto.

Del lote de animales destetos se seleccionaron al azar doce bovinos homogéneos: machos, enteros, de raza cebú comercial, con un peso promedio de 231 kg. Estos animales fueron desparasitados 30 días antes de iniciar el experimento.

A los animales seleccionados se les ofreció en las mañanas forraje verde picado de cada especie (2 kg/especie/animal), este fue suministrado en dos corrales, cada uno con cuatro comederos (un comedero por especie) garantizando de esta forma el acceso a cada variedad al mismo tiempo. La posición de cada comedero varió todos los días con el fin de evitar el aprendizaje condicionado.

Los animales ingresaron al azar a cada corral de forma individual (para evitar competencia por alimento) durante 30 minutos. En este lapso de tiempo consumieron libremente las especies arbustivas de su preferencia y fueron medidas las diferentes variables. Al finalizar, se recogieron los comederos y se pesó individualmente el forraje rechazado.

Terminado el proceso de observación en la mañana, los animales salían durante cinco horas (1pm a 6pm) a pastorear en praderas de *Brachiaria dyctioneura* y regresaban al corral para permanecer en ayuno durante 15 horas con agua *ad libitum*.

El experimento contó con dos fases: La primera fue un periodo de acostumbramiento (siete días) en el que los animales conocieron el tipo de comederos, las cuatro especies forrajeras y el área de trabajo; en la segunda fase (diez días) se realizó la medición de las diferentes variables.

Finalmente se tomó una muestra de 500 g por especie arbustiva forrajera, para analizar su composición química en el Laboratorio de Nutrición animal de la Universidad Nacional de Colombia.

3.3 Tratamientos

Se evaluaron cuatro especies arbustivas forrajeras con potencial para alimentación animal en la región del piedemonte llanero colombiano (tabla 3).

Tabla 3. Especies arbustivas con potencial forrajero para los llanos orientales de Colombia.

Tratamiento	Cantidad ofrecida (kg) animal/día
<i>Morus alba</i>	2
<i>Gliricidia sepium</i>	2
<i>Trichantera gigantea</i>	2
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2

3.4 Diseño experimental y análisis estadístico

Se estableció un ensayo con un diseño experimental de cuadrado latino. En este, la variable repeticiones correspondió a los días (10) y los animales (12) fueron anidados como variable tiempo. Para evaluar el consumo, se realizó la prueba de comparaciones de medias por el método de Tukey. Las variables comportamentales se evaluaron mediante tablas de frecuencia. Cada uno de los análisis se realizó en el programa Infostat®.

3.5 Variables

3.5.1 Consumo voluntario de forraje verde.

El consumo se determinó diariamente por especie arbustiva, durante diez días y se registró cada vez que un animal salía del corral (12 animales), a partir de la diferencia entre el peso inicial del material ofrecido (2 kg de forraje verde/especie/animal) y el peso del material rechazado (Sandoval *et al*, 2005; Medina *et al.*, 2008).

3.5.2 Número visitas al comedero sin consumo.

Durante los treinta minutos que un animal permanecía en el corral, se registró el número de veces que se acercaba a cada comedero (cuatro) y no consumía. Esto se midió en los doce novillos durante diez días.

3.5.3 Número visitas al comedero a consumir.

Para cada uno de los doce novillos, durante los diez días, se registró el número de veces que se acercaban a cada comedero (cuatro) y consumían. La medición se realizó durante los treinta minutos que un animal permanecía en el corral.

3.5.4 Tiempo de consumo por especie arbustiva.

Durante los treinta minutos que un animal permanecía en el corral, se cronometró el tiempo que el animal dedicaba a consumir cada una de las especies arbustivas (desde que iniciaba el consumo hasta que lo detenía). Al final, se sumaron los registros de tiempo de todos los acercamientos que tuvo el animal por cada especie. La medición se realizó en los doce novillos durante los diez días.

3.5.5 Calidad nutricional

La calidad nutricional de las especies arbustivas *T. gigantea*, *M. alba*, *G. ulmifolia* y *G. sepium*, se determinó a partir de una muestra de forraje por especie de 500 g, la cual fue tomada de varios arbustos en los bancos forrajeros de edad de 150 días de rebrote. Esta muestra coincide con las condiciones del material suministrado para la evaluación de consumo voluntario. La muestra fue llevada al laboratorio de la Universidad Nacional, en la cual se determinó:

- Proteína Cruda (PC): mediante la determinación de nitrógeno (N) usando el método de Kjeldhal, y multiplicando resultado por 6,25 (AOAC, 2012).
- Fibra en Detergente Neutro y Acido (FDN Y FDA): se determinaron mediante la técnica de Van Soest *et al* (1991).
- Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca (DIVMS): mediante la técnica de Tilley and Terry, 1963. Modificado por la Universidad de Nebraska, Manual de Laboratorio Universidad de Nebraska.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Consumo voluntario de forraje verde.

Los resultados arrojados por el programa Infostat® con respecto al consumo voluntario de *Morus alba*, *Guazuma ulmifolia*, *Trichantera gigantea* y *Gliricidia sepium* se muestran en la tabla 4. Con una confiabilidad del 95%, es posible afirmar que *G. sepium* y *M. alba* fueron las especies más consumidas y diferentes estadísticamente respecto a *T. gigantea* y *G. ulmifolia* que presentaron los menores consumos.

Tabla 4. Consumo voluntario de forraje verde de cuatro especies arbustivas con potencial forrajero.

Espece	N	Consumo g/animal/día
<i>Morus alba</i>	120	1263.08 ^c ± 48.55
<i>Guazuma ulmifolia</i>	120	92.50 ^a ± 21.84
<i>Trichantera gigantea</i>	120	987.46 ^b ± 46.51
<i>Gliricidia sepium</i>	120	1282.04 ^c ± 56.47
p =		0.0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) ± Error estándar

Los resultados reportados por Mejía y Vargas (1993) coinciden con los del presente trabajo. En estos se observa un mayor consumo de *G. sepium* al ser sometido a una prueba de cafetería con otras especies forrajeras, dentro de las cuales se encontraba *T. gigantea* que presentó el menor consumo.

Los resultados presentados en este trabajo concuerdan con los de Larbi *et al* (1993) citados por Pinto (2003) ya que muestran un mayor consumo de *G. sepium* versus *G. ulmifolia*. Por otro lado, un estudio realizado por Pinto (2003) en ovinos donde se evaluó la preferencia de *G. ulmifolia* y *G. sepium*, mostró (sin diferencia estadística) un menor consumo de este último. Esto se debe a (según este autor) la presencia de cumarinas en las hojas de *G. sepium*, compuesto que genera un olor repulsivo (afectando negativamente el consumo).

García (2008b) realizó un estudio de preferencia en cabras donde las especies forrajeras fueron consumidas en este orden descendente: *M. alba*, *G. sepium*, *G. ulmifolia* y *T. gigantea*, mostrando una diferencia respecto a los resultados de selectividad de los bovinos evaluados en el presente trabajo.

Como se observa en la tabla 4, *G. ulmifolia* es el forraje menos preferido por parte de los bovinos, en contraste con García (2008a), que encontró a esta especie como la más consumida seguida de *M. alba*; en este estudio, cabe aclarar que en dicho estudio ambos forrajes fueron cosechados a los 90 días de edad.

Según García (2008), el consumo voluntario se ve afectado directamente por la experiencia previa de consumo que tenga el animal (acostumbramiento) y compuestos orgánicos presentes en el forraje como los terpenos, que acentúan el olor y el sabor amargo que producen. Esto puede explicar posiblemente el menor consumo de *G. ulmifolia* encontrado en este estudio.

4.2 Número de visitas al comedero.

La tabla 5 muestra el número de visitas realizadas a cada comedero. Se observa que el mayor número de visitas totales corresponde a *T. gigantea*, sin embargo, *G. sepium* y *M. alba* presentan el mayor porcentaje de visitas con consumo (94,4% y 93,7% respectivamente) y *G. ulmifolia* el menor (20%), siendo también la especie con más visitas sin consumo (80%), por lo cual, se puede considerar el arbusto forrajero menos preferido.

Tabla 5. Visitas a los comederos de cuatro especies arbustivas forrajeras, en la fase experimental.

Especie	Visitas totales	Visitas con consumo	Visitas sin consumo
	Número	(%)	(%)
<i>Morus alba</i>	431	93.7	6.3
<i>Guazuma ulmifolia</i>	265	20	80
<i>Trichantera gigantea</i>	469	91	9
<i>Gliricidia sepium</i>	433	94.4	5.6

Forbes (1986; citado por Eslava y Gomez, 2012) menciona que el olor del forraje puede influir en la selectividad que tienen los bovinos, esta afirmación podría explicar porqué los animales se acercan a consumir más una especie que otra. Pinto *et al*, (2009) aseguran que el sentido del olfato y del gusto permiten a los herbívoros detectar elementos tóxicos en el alimento, incluso antes de consumirlos.

Los resultados obtenidos en este estudio confirman la capacidad de selectividad de los animales descrita por Vásquez *et al* (2012), los animales se acercan al alimento, lo reconocen y eligen consumir o no de acuerdo a su preferencia.

4.3 Tiempo de consumo por especie arbustiva

Con respecto al tiempo destinado a consumir cada especie arbustiva, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tiempos de consumo de las cuatro especies (ver tabla 6), siendo *M. alba* la especie con mayor tiempo de consumo, seguida de *G. sepium*, *T. gigantea* y *G. ulmifolia*.

Tabla 6. Tiempo de consumo de cuatro especies arbustivas con potencial forrajero.

Especie	n	Tiempo de consumo (minutos)
<i>Morus alba</i>	120	10.38 ^d ± 0.43
<i>Guazuma ulmifolia</i>	120	0.18 ^a ± 0.11
<i>Trichantera gigantea</i>	120	7.33 ^b ± 0.42
<i>Gliricidia sepium</i>	120	9.10 ^c ± 0.42
p =		0,0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$); E.E: Error estándar

Este estudio muestra que los animales dedican mayor tiempo de consumo a determinadas especies (*M. alba* y *G. sepium*), lo que permite suponer una preferencia por su forraje. Ortega y Provenza (1993), muestran que la velocidad de consumo puede estar influenciada por la morfología de las plantas y su estructura; esta a su vez, está determinada por el promedio del tamaño de cada bocado (Pabón y Ossa, 2005).

Cabe anotar, que el tiempo dedicado a consumir una misma especie forrajera puede verse sesgado durante el periodo de prueba. Así lo afirman García (2008) y Larbi, Osakwe y Lambourne (1993) citados por Pinto (2003), quienes aseguran que durante los primeros días de ensayo el consumo es fluctuante, para después estabilizarse (seis días). Estos autores explican este comportamiento

asegurando que en función del tiempo, los animales crean reflejos de rechazo o preferencia.

En resumen se obtuvo (como se observa en la tabla 7) que el forraje de *Gliricidia sepium* es el preferido por los bovinos, al presentar un mayor acercamiento voluntario (visitas con consumo del 94,4%), un tiempo considerable de consumo y por tanto, una cantidad superior de forraje consumido (g/animal/día). Un comportamiento estadísticamente igual, presentó la cantidad de MS consumida de *M. alba*, a pesar de que los animales accedieron menos veces directamente a consumir. El tiempo que permanecían consumiendo *M. alba* fue mayor.

A pesar de que el forraje de *T. gigantea* no obtuvo los valores más altos en la medición de las variables, también es aceptado por el animal; por lo tanto, si este no tiene competencia con especies más gustosas, es de esperarse que sea consumido con facilidad.

Por otro lado, se puede afirmar según estos resultados, que los animales muestran indiferencia por el forraje de *G. ulmifolia*, pues dedicaron poco tiempo a consumirlo y de las veces que se acercaban al comedero, sólo el 20% de estas, consumían. La falta de interés hacia *G. ulmifolia* se puede atribuir a algún tipo de compuesto tóxico que persive el animal antes de comerlo (Pinto *et al*, 2009).

Tabla 7. Consumo, tiempo de consumo y número de visitas de tres especies arbustivas con potencial forrajero.

Especie	n	Consumo g/animal/día	Tiempo de consumo (min)	Visitas con consumo (%)
<i>Morus alba</i>	120	1263.08 ^c ± 48.5	10.38 ^d ± 0.43	93.7
<i>Guazuma ulmifolia</i>	120	92.50 ^a ± 21.8	0.18 ^a ± 0.11	20
<i>Trichantera gigantea</i>	120	987.46 ^b ± 46.5	7.33 ^b ± 0.42	91
<i>Gliricidia sepium</i>	120	1282.04 ^c ± 56.5	9.10 ^c ± 0.42	94.4
p =		0.0001	0,0001	

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

4.4 Calidad nutricional

Los resultados obtenidos del análisis nutricional de las especies *M. alba*, *G. ulmifolia*, *T. gigantea* y *G. sepium* se exponen en la tabla 8. Se observa que la especie con mayor digestibilidad es *Morus alba* (75,5%) mientras que el valor más bajo corresponde a *Guazuma ulmifolia* (33,6%). Por otro lado, *Gliricidia sepium* presenta un alto porcentaje de proteína cruda (25,7%) respecto a las demás especies arbustivas.

Tabla 8. Calidad nutricional de cuatro especies arbustivas forrajeras a los 150 días de edad.

Especie arbustiva	M.S (%)	P.C (%)	FDN (%)	FDA (%)	DIVMS (%)
<i>Morus alba</i>	34,8	11,4	25,4	11,1	75,5
<i>Guazuma ulmifolia</i>	28,5	11,5	57,1	36,3	33,6
<i>Trichantera gigantea</i>	14,8	13,4	38,2	23,6	67,8
<i>Gliricidia sepium</i>	24,3	25,7	40,8	23,8	48,2

MS: materia seca; PC: proteína cruda; FDN: Fibra en detergente neutro; FDA: Fibra en detergente ácido; DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Con relación a las fibras (FDN y FDA), los resultados muestran que la especie con mayor concentración de estas, es *G. ulmifolia* (57,1% y 36,3% respectivamente) mientras que a *M. alba* corresponden los valores más bajos (25,4% FDN y 11,1% FDA). Esto es de esperarse luego de observar las digestibilidades, debido a la relación inversamente proporcional existente entre la digestibilidad de un forraje y su contenido de fibra (Minson, 1990 citado por Flores *et al*, 1998).

4.4.1 Proteína Cruda (PC):

Las cuatro especies arbustivas forrajeras muestran un porcentaje elevado de proteína cruda en comparación con los pastos tradicionales de la región como son el *Panicum máximo* del cual se reporta 7 a 10%PC, *Dichantium aristatum* 6 a 10% y *Brachiaria humidícola* con 5 a 8% de PC (Carmona, 2007).

Esto confirma su potencial como alimento proteico en sistemas ganaderos extensivos, aunque podría ser mayor tal como reporta García (2008), donde los porcentajes de proteína cruda de *M. alba*, *G. ulmifolia*, *T. gigantea* y *G. sepium* fueron 21,32%, 22,25%, 21,28% y 27,45% respectivamente. Esta diferencia puede deberse a la edad de cosecha, teniendo en cuenta que García (2008) realizó su estudio con forrajes de 90 días de rebrote.

Resultados similares a los del presente trabajo reporta Pinto *et al* (2003) respecto al porcentaje de proteína cruda de *G. sepium* y *G. ulmifolia*, donde la concentración de este nutriente fue de 22,02% y 15,59% respectivamente, en un trabajo de preferencia realizado con ovinos en el Valle central de Chiapas (México).

Por otro lado, era de esperarse que *G. sepium* presentara un porcentaje de proteína cruda más alto, por su naturaleza leguminosa.

4.4.2 Fibra en Detergente Neutro y Acido (FDN Y FDA)

Los resultados obtenidos respecto a las fibras de los forrajes evaluados, se observan en la Tabla 8.

Pinto *et al* (2003) realizaron una prueba de cafetería para evaluar la preferencia de nueve forrajes de arbustivas, dentro de las cuales se encontraban *Guazuma ulmifolia* y *Gliricida sepium*, estos autores sometieron este alimento a un análisis químico, arrojando resultados similares a los del presente trabajo en lo que respecta a las fibras, de modo que para *G. sepium* reportan 40,13% de FDN y 20,41% de FDA, y para *G. ulmifolia* 53,47% de FDN y 34,7% de FDA. Aun obteniendo concentraciones similares de fibras, Pinto *et al* (2003), encuentran a *G. ulmifolia* como una de las cuatro especies preferidas por los animales.

Como se observa en la tabla 8, la concentración de FDN fue de mayor a menor en el siguiente orden: *G. sepium*, *G. ulmifolia*, *T. gigantea* y *M. alba*, lo que coincide con el reporte de García *et al*, (2008a), aunque los valores de su investigación resultan diferentes comparativamente 39,39 para *G. sepium*, 37,74 *G. ulmifolia*, 35,03 para *T. gigantea* y 32,26 para *M. alba*, lo que puede estar influenciado por la edad de cosecha (90 días de edad).

En lo que respecta a las concentraciones de FDN y FDA, los resultados encontrados por Flores *et al* (1998) concuerdan con los hallados en la presente investigación, de modo que para *T. gigantea* reportan 40.7 de FDN y 33.9 de FDA, para *M. alba* 29.8 de FDN y 18.8 de FDA y para *G. ulmifolia* 52 de FDN y 34.4 de FDA.

4.4.3 Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca (DIVMS)

Galindo *et al* (1989) sugieren a *G. sepium* como el mejor forraje para dietas tropicales, ya que tiene buen porcentaje de degradabilidad y compuestos tóxicos más bajos que otros forrajes estudiados. Según los resultados obtenidos en la presente investigación, el forraje más recomendable de los cuatro estudiados, es el de *M. alba*, pues además de ser preferido y seleccionado por los bovinos, tiene el mejor porcentaje de digestibilidad (75,5%) a esta edad de rebrote.

Por otro lado se observa que de *G. ulmifolia* es aprovechable sólo el 33%, lo que reduce su potencial como suplemento alimenticio a esta edad de rebrote (en corte y acarreo) para bovinos (además de ser indiferente para el animal).

Flores *et al* (1998) obtuvieron valores similares en su investigación, en lo que concierne a la DIVMS de *M. alba*, *T. gigantea* y *G. ulmifolia*, con los valores 74,5, 67,4 y 43,8 respectivamente.

Al comparar los resultados obtenidos de la DIVMS con la Digestibilidad *in situ* de la materia seca evaluada por García *et al* (2008a) de forrajes cosechados a los 90 días de edad, se evidencia una diferencia notoria en el grado de aprovechamiento de las especies de modo que para estos autores es mayor: *M. alba* 84,04%, *G. ulmifolia* 79,96%, *G. sepium* 74,61% y *T. gigantea*: 69,72.

Claramente, es posible afirmar que la calidad nutricional de un forraje es valorada por su composición química, pero esta, es eficientemente utilizada no sólo cuando la digestibilidad es alta, sino cuando el consumo voluntario es elevado.

Carmona (2007) afirma que el consumo puede verse afectado por factores antinutricionales como son la presencia de metabolitos secundarios (taninos, las saponinas, los fitatos, cumarinas, entre otros). Reed (1982) citado por Carmona (2007), asegura que los taninos tienden a unirse a las proteínas de la saliva, provocando un efecto astringente. Este efecto podría explicar la poca preferencia por *G. ulmifolia*, que según reporta Flores *et al* (1998), tiene elevadas concentraciones de taninos, a diferencia del *G. sepium*.

Alonso *et al* (2008), respaldan con su investigación que el consumo es indiferente a la concentración de proteína cruda del forraje, pero por otro lado, afirma que la digestibilidad si afecta directamente la preferencia de un material vegetal (luego de una experiencia previa que tenga el animal con este).

Producto de una investigación que realizaron Medina *et al* (2008) en el estado de Trujillo – Venezuela, se concluye que la preferencia de los bovinos no se relaciona con la composición química de los forrajes (evaluando PC, FDN, EB y ceniza). García *et al*, (2008) tampoco encuentran una relación significativa entre el consumo y la composición química, la concentración de metabolitos secundarios (fenoles totales y taninos condensados) y la degradabilidad ruminal.

5. CONCLUSIONES

- Claramente los bovinos son selectivos, estos muestran preferencia por los forrajes de *Gliricidia sepium* y *Morus alba* versus *Trichantera gigantea* que es medianamente consumido y *Guazuma ulmifolia* que no resulta apetecido bajo las condiciones evaluadas.
- La calidad nutricional de un forraje puede afectar la selectividad que tiene un animal por este, sin embargo, una menor preferencia, no implica que la especie pierda su potencial forrajero, pues puede ser útil en tiempos de escasez donde los animales consumirán alimentos de menor valor nutricional.
- Las especies arbustivas forrajeras evaluadas tienen potencial para ser utilizados como suplemento alimenticio en la dieta de bovinos donde predomina el pastoreo.
- La determinación de la selectividad de especies arbóreas forrajeras por parte de los animales es una herramienta para promover la utilización de estas en arreglos silvopastoriles.

6. RECOMENDACIONES

- Evaluar otros componentes nutricionales como fenoles y taninos para determinar si estos, afectan la preferencia entre especies forrajeras.
- Evaluar la preferencia de las especies *Trichantera gigantea*, *Morus alba*, *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium* a una edad de rebrote de 90 días, ya que varios autores reportan mejor calidad nutricional del forraje, lo que puede cambiar el comportamiento encontrado en este trabajo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO M.; TORRES J.; SANDOVAL C.; HOSTE H.; AGUILAR A.; CAPETILLO C. (2008). Is goats' preference of forage trees affected by their tannin or fiber content when offered in cafeteria experiments?. En: Animal Feed Science and Technology (Artículo en línea).141, 36 – 48. (consultado: 31 – 11 - 11). Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840107001356>
- ALONSO M.; TORRES J.; SANDOVAL C.; HOSTE H.; AGUILAR A.; CAPETILLO C. (2009). Sheep preference for different tanniniferous tree fodders and its relationship with in vitro gas production and digestibility. Animal Feed Science and Technology (Artículo en línea).151, 75 – 85 (consultado: 21 – 10- 11). Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840108003775>
- ANWANDTER V. (2006). Efecto del tipo de pradera sobre la preferencia y selectividad de vacas lecheras en pastoreo. Valdivia - Chile, 7 - 9. Tesis para optar al título de magister en Ciencias. Mención Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. (Consultado: 1 – 12 – 11). Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/ega637e/doc/ega637e.pdf>
- ARAUJO O. (2005). Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales; IX seminario de pastos y forrajes. Venezuela: Universidad de Zulia (Consultado: 30 – 11 – 11). Disponible en: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Consumo_a_pastoreo_II.pdf

- ARREAZA L.; SANCHEZ L.; MEDRANO J.; PARDO O.; MATEUS H.; REZA S.; BECERRA J.; SANTANA M.; ARCOS J.; ROMERO H.; PELAEZ L. y LONDOÑO J. Nutrición y alimentación de bovinos en el trópico bajo colombiano. Colombia: CORPOICA. 56 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). (2012). Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, 19th ed.
- CARMONA, J. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. En: Revista lasallista de investigación (Artículo en línea). 4, 001 (2007), (Consultado: 26 - 04 - 12). Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/695/69540107.pdf>
- ENGELHARDT W. y BREVES G. (2005). Fisiología veterinaria. España: Acribia. 683p.
- ESLAVA A.; GÓMEZ L. (2012). Evaluación de la selectividad y palatabilidad de especies arbustivas forrajeras por bovinos en los llanos orientales de Colombia. Bogotá D.C. – Colombia. Tesis para optar por el título de Zootecnista. Universidad de La Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- ESPINEL R.; GALINDO V. y ESQUIVEL M. (2004). Sistemas silvopastoriles, establecimiento y manejo. Colombia: CIPAV. 28p.
- FAO. (2008). Nota Conceptual. Intensificación sostenible de la producción como una respuesta al cambio climático en ecosistemas intervenidos. Hacia una estrategia agropecuaria, forestal y acuícola en el contexto de la seguridad alimentaria en América Latina y el caribe. Perú: Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 18p. (Consultado 6 – 12 -11). Disponible en: <http://www.ibcperu.org/doc/isis/13166.pdf>.

- FEDEGAN. (2006). Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019. Colombia: Federación colombiana de ganaderos FNG. 296p.
- FEDEGAN (2009). Módulo Sistemas silvopastoriles. Colombia: Federación colombiana de ganaderos. 98p.
- FLORES I., BOLIVAR M., BOTERO J e IBRAHIM M. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajera para la suplementación de ruminantes en el trópico. En: Livestock Research for Rural Development (Artículo en línea). 10,1 (1998), (consultado: 05 – 01 – 14). Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd10/1/cati101.htm>
- GALINDO W., ROSALES M., MURGUEITIO E., LARRAONDO J. Sustancias antinutricionales en las hojas de Guamo, Nacedero y Matarratón. En: Rev. Livestock research for rural development (Artículo en línea). 1, 1 (1989), (consultado: 30 – 01 – 13). Disponible en: <http://lrrd.cipav.org.co/lrrd1/1/mauricio.htm>
- GARCÍA D., MEDINA., COVA L., TORRES A., SOCA M., PIZZANI P., BALDIZAN A., DOMINGUEZ C. Preferencia de vacunos por el follaje de doce especies con potencial para sistemas agrosilvopastoriles en el Estado Trujillo, Venezuela. En: Rev. Pastos y Forrajes (Artículo en línea). 31, 3 (2008), (consultado: 22 – 11 – 11). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086403942008000300006
- GARCÍA, D.; MEDINA, M.; COVA, L.; SOCA, M.; PIZZANI, P.; BALDIZÁN, A. y DOMÍNGUEZ, C. Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el estado Trujillo, Venezuela. En: Zootecnia Tropical

(Artículo en línea). 26, 3 (2008a), (consultado 27 – 02 - 12). Disponible en:
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S079872692008000300006&script=sci_arttext&lng=es

- GARCIA, D.; GARCÍA, E.; MEDINA, M.; CLAVERO, T.; HUMBRÍA, J.; BALDIZÁN, A. y DOMÍNGUEZ C. (2008b). Preferencia de árboles forrajeros por cabras en la zona baja de los andes Venezolanos. En: Revista científica de Maracaibo (Artículo en línea). 18, 5. (2008b), (Consultado: 20 – 02 – 12) Disponible en:
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S079822592008000500004&script=sci_arttext
- IBRAHIM M. (2010). Calidad de los forrajes. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza CATIE (Consultado: 27- 12- 12) Disponible en:
<http://web.catie.ac.cr/gamma/posgrado/Maestrias/SSP2010/Clase%201%20Abril%202010/Calidad%20y%20selectividad%20de%20los%20forrajes.pdf>
- IICA (1987). Seminario para profesores de zootecnia de escuelas agrícolas secundarias de América Central. Guatemala: dirección regional para la zona norte. 203p.
- MEDINA M.; GARCIA D.; COVA L.; SOCA M.; DOMINGUEZ C.; BALDIZÁN A. y PIZZANI P. Preferencia de rumiantes por el follaje de árboles, arbustos y herbáceas en la zona baja del estado Trujillo. En: Zootecnia Tropical (Artículo en línea). 26, 3 (2008), (consultado: 28 – 01 – 12) Disponible en:
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S079872692008000300008&script=sci_arttext

- MEJÍA C. y VARGAS J. Análisis de selectividad de ovejas africanas con cuatro tipos de forrajes; centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). En: Livestock Research for Rural Development (Artículo en línea). 5, 3 (1993). (Consultado: 27 – 02 – 12) Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd5/3/mejia.htm>
- MEJÍA, J. Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. En: Rev. Acta universitaria (Artículo en línea). 12, 003 (2002), (Consultado: 07-02-2012). Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/416/41612204.pdf>
- MORA, I. (2007). Nutrición animal. Costa Rica: Universidad estatal a distancia. 121p.
- NAVAS A. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. En: Revista de Medicina veterinaria (Artículo en línea). 19, (2010), p: 113 – 122, (consultado: 1 – 12 – 2011) Disponible en: http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542010000100010&lng=es&nrm=
- NAVAS A. y LONDOÑO C. (2010). Estrategias de manejo ganaderas para mitigar el impacto de los efectos climáticos (material de formación producido en el marco del convenio No. 0062/10 SENA – SAC). (1ª ed.) Colombia: Produmedios.
- ORTEGA, L y PROVENZA, F. (1993). Experience with blackbrush affects ingestion of shrub live oak by goats. J. Anim. Sci. 71, 380–383.

- PABÓN M. y OSSA J. (2005). Bioquímica, nutrición y alimentación de la vaca. Colombia: Biogénesis. 330p.
- PEARL M. (2008). Research techniques in animal ecology. Nueva York: Universidad de Columbia. (Consultado: 28 – 02 – 12) Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/54908994/60/CAFETERIA-EXPERIMENTS>
- PEZO D. e IBRAHIM M. (1998). Sistemas silvopastoriles, módulo de enseñanza agroforestal No 2. Costa Rica: Ed. CATIE. 281p.
- PINTO, R; HERNÁNDEZ, D.; RAMÍREZ, L.; SANDOVAL C.; COBOS, M.; GÓMEZ H. Taninos y fenoles en la fermentación in vitro de leñosas forrajeras tropicales. En: Agronomía mesoamericana (Artículo en línea). 20, 1 (2009) p: 81-89 (consultado: 27 – 02 – 12) Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v20n01_081.pdf
- PINTO, R; GÓMEZ, H; HERNÁNDEZ, A; MEDINA, F; MARTÍNEZ, B; AGUILAR, V; TIRADO, L; PÉREZ, L; GALDÁMEZ, D; PÉREZ, G. Y CARMONA, J. Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México. En: Pastos y forrajes (Artículo en línea). 26, 4 (2003), p: 329 – 333 (Consultado: 27 – 02 – 12) Disponible en: <http://payfo.ihatuey.cu/Revista/v26n4/pdf/pyf07403.pdf>
- ROSALES, M.; MURGUEITIO, E.; OSORIO, H.; SPEEDY A. y SANCHEZ M. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica (Archivo en línea). 2001. (Consultado: 22 – 11 – 11) Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/agrofor1/rosale25.PDF>

- SANDOVAL, C.; LIZARRAGA, H. y SOLORIO F. Assessment of tree fodder preference by cattle using chemical composition, in vitro gas production and in situ degradability. En: Animal Feed Science and Technology (Artículo en línea). 123 (2005) p: 277 – 289 (Consultado: 22 – 10 – 11). Disponible en: [http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/anifee/article/S0377-8401\(05\)00181-1/abstract](http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/anifee/article/S0377-8401(05)00181-1/abstract)
- URIBE, Á. (1996). Silvopastoreo: alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. Colombia: Corpoica.
- VAN SOEST, P; ROBERTSON, J. y LEWIS B. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in relation to animal nutrition. En: Journal of Dairy Science (Artículo en línea). 74 (1991) p: 3583-3597 (Consultado: 11 – 04 – 12). Disponible en: <http://download.journals.elsevierhealth.com/pdfs/journals/0022-0302/PIIS0022030291785512.pdf>
- VASQUEZ, F.; PEZO, D.; MORA, J. y SKARPE, C. Selectividad de especies forrajeras por bovinos en pastizales seminaturales del trópico centroamericano: un estudio basado en la observación sistemática del pastoreo. En: Zootecnia Tropical (Artículo en línea). 30, 1, (2012) p: 063-080. (Consultado: 15 – 06 – 13). Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S079872692012000100008&script=sci_arttext